Sanchez de Tagle (E)

ESCUELA NACIONAL DE MEDICINA DE MÉXICO.

LA
DENSIDAD NORMAL DE LA SANGRE

EN LOS HABITANTES DE MEXICO.

TESIS

QUE PARA EL EXAMEN GENERAL DE MEDICINA CIRUGIA
Y OBSTETRICIA
PRESENTA AL JURADO CALIFICADOR

ERNESTO SANCHEZ DE TAGLE

Alumno
de las Escuelas Nacionales Preparatoria y de Medicina de México.
Expracticante del Hospital
General de San Andrés y Primer Secretario de la Sociedad
Filoiátrica.

MÉXICO
OFICINA TIP. DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO
Calle de San Andrés número 15. (Avenida Oriente 51.)

1896

ESCUELA NACIONAL DE MEDICINA DE MÉXICO.

LA
DENSIDAD NORMAL DE LA SANGRE

EN LOS HABITANTES DE MEXICO.

TESIS

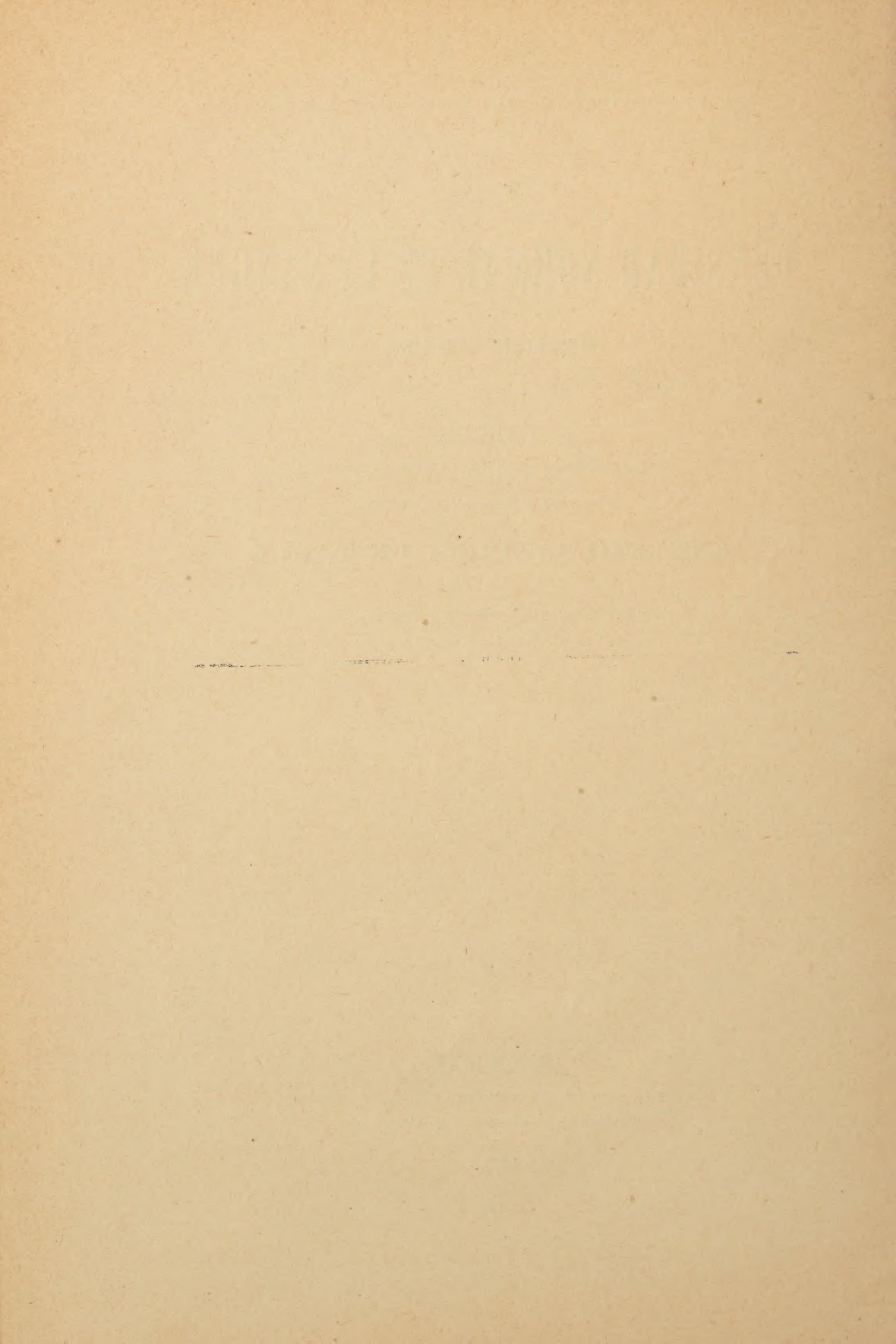
QUE PARA EL EXAMEN GENERAL DE MEDICINA CIRUGIA
Y OBSTETRICIA
PRESENTA AL JURADO CALIFICADOR

ERNESTO SANCHEZ DE TAGLE

Alumno
de las Escuelas Nacionales Preparatoria y de Medicina de México.
Expracticante del Hospital
General de San Andrés y Primer Secretario de la Sociedad
Filoiatrica.

MÉXICO
OFICINA TIP. DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO
Calle de San Andrés número 15. (Avenida Oriente 51.)

1896



A LA SAGRADA MEMORIA DE MI PADRE.

A MI ADORADA MADRE.

Todos mis desvelos y trabajos
no podrán pagar debidamente una sola de tus caricias.
Recibe el presente como prueba de mi amor filial.

A MIS HERMANOS.

AL SR. GENERAL PORFIRIO DIAZ,

PRESIDENTE DE LA REPUBLICA.

Profundo respeto y eterna gratitud.

A LOS SEÑORES

RAFAEL CHOUSAL Y EDUARDO PORTU

A quienes debo la terminación de mi carrera,
como débil prueba de mi reconocimiento y cariño.

AL SR. MINISTRO DE FOMENTO

INGENIERO MANUEL FERNANDEZ LEAL.

Respeto y gratitud.

AL SEÑOR

INGENIERO D. ANDRES BASURTO LARRAINZAR.

Profundo agradecimiento y cariño.

AL SEÑOR

LIC. AGUSTIN DIAZ BARREIRO.

Testimonio de sincera amistad.

A mis queridos tíos los Señores Doctores

Fernando Altamirano, Daniel Vergara Lope, Genaro Alcorta y Manuel Urbina,

Como una débil prueba de mi cariño y gratitud.

A mi distinguido profesor de Fisiología,

José María Bandera.

Pequeño homenaje de admiración y respeto.

Al sabio maestro de Obstetricia,

Manuel Gutiérrez Zavala.

Aceptad mi humilde trabajo como
testimonio del cariño de vuestro discipulo.

A los Señores Doctores

Manuel Gallegos, José Olvera, Tomás Noriega y Adrián de Garay.

Respeto y cariño.

Al honorable

Cuerpo de Profesores de la Escuela N. de Medicina.

A mis compañeros de la Sociedad Filoiátrica.

A mis inmejorables amigos de la infancia,

Lucio Flores y Roberto López.

INTRODUCCION.

La importancia que con los estudios modernos toma diariamente el conocimiento exacto de la composición de la sangre, la necesidad de tener en clínica medios sencillos para llegar á él, la novedad que presenta en México este estudio, á la vez que la importancia de conocer el tipo fisiológico que sirva de punto de comparación á las investigaciones posteriores, son los motivos que han hecho decidirme á elegir el presente trabajo.

Hayem dice y con razón, en la introducción de su grandiosa obra, que en la hematología está el porvenir de los descubrimientos médicos. Vemos en efecto que el conocimiento de la sangre es en muchos casos necesario é indispensable.

Los estudios recientes, especialmente el de la Bactereología, han dado un impulso poderoso á las investigaciones sobre la composición de los líquidos de la economía (especialmente al de la sangre), realizando innumerables triunfos. Así ¿no se atribuye la inmunidad de las enfermedades infecto contagiosas á un estado par-

ticular de la sangre, que se ha llamado bactericida? ¿no las tendencias de la microbiología, son crear este estado, por medio de inyecciones hechas con líquidos de animales refractarios á estas enfermedades, creando la Vacuna? ¿Por intermediario de qué agente obran los líquidos de Pasteur para la rabia y el de Roux para la difteria?

La sangre, por el importante papel que representa en la respiración y en la nutrición de los elementos celulares del organismo, sirviendo de vehículo á las substancias que le son necesarias, á la vez que acarreando al exterior los productos de su desasimilación, exige desde luego su conocimiento al estado fisiológico, para tener un punto de partida en que basar las investigaciones patológicas; pues si bien es cierto, como veremos después, la media normal es variable con diversos estados del todo fisiológicos, y si sabemos que influyen también de una manera notable el sexo, la edad, etc., se puede buscar en cada uno de ellos el término medio y así la comparación puede hacerse alejando hasta donde sea posible las causas de error.

Las influencias mesológicas hacen sentir sus efectos tanto en los organismos vegetales, como animales, tanto en los organismos unicelulares, como en los superiores. Las condiciones de existencia obedecen á leyes invariables y eternas. Pero si la naturaleza ha formado órganos de adaptación á los distintos medios (agua, aire), también facilita la adaptación á las variaciones de un mismo medio, imprimiendo al organismo modificaciones más ó menos considerables.

En las alturas donde el aire se encuentra enrareci-

do, estos medios de adaptación existen, como lo demuestran los numerosos estudios que se han emprendido con este objeto.

Si los órganos encargados de evitar el *déficit* de óxigeno que pudiera resultar á la economía como consecuencia de la decompresión atmosférica, se modifican de una manera adecuada, si el número de respiraciones y de pulsaciones aumenta; la sangre, el medio interno del organismo (C. Bernard), el líquido nutritivo por excelencia, no debe permanecer indiferente.

Efectivamente su composición varía para realizar su objeto: hay aumento en el número de las hemacias, de la oxi–hemoglobina, de la densidad, y en general de los principios sólidos.

El estudio de la sangre en las alturas, ha llamado hace algún tiempo la atención de los Fisiologistas por los resultados obtenidos.

Müntz había demostrado que en los Conejos del *Pico de Midi* se encontraba siempre un aumento en la cantidad de los materiales fijos y de la hemoglobina.[1]

Viault, en sus estudios de la composición de la sangre en las altas mesetas de la América del Sur (observaciones recogidas principalmente en el Perú) encontró datos enteramente demostrativos de la aclimatación á las alturas. El resultado de las observaciones hechas en él mismo fué el siguiente:

En Lima 5.000,000 de glóbulos rojos por milímetro cúbico.

En Morococha (4,392 metros sobre el nivel del mar)

1 De l'enrichissement du sang en hémoglobine suivant les conditions de existences (1891).

15 días después de su permanencia en este lugar 7.100.000. 23 días después 8.000,000.

Indica además que la cantidad de hemoglobina estaba aumentada aunque no en la misma proporción que el número de las hemacias.

En México (á 2,275 metros sobre el nivel del mar) debe haber forzosamente un aumento proporcional de los elementos fijos de la sangre. Todos los experimentadores que se han ocupado de este líquido han encontrado un aumento notable de los glóbulos rojos.

El Sr. Dr. D. Miguel Cordero fué el primero que se ocupó del estudio anatómico de la sangre en México. La cifra que encontró nos autoriza ya á nosotros para considerarla superior á los promedios deducidos por Malassez y Hayem, aunque el Dr. Cordero no le dió su verdadera importancia, conformánpose con decir que no había diminución de las hemacias en los habitantes de México.

Según Malassez................	4.300,000	por mltro. cúbico.
Según Hayem..................	5.000,000	,, ,, ,,
Según el Dr. Cordero.........	5.948,900	,, ,, ,,

El Dr. Daniel Vergara Lope en su tesis inaugural[1] hace notar la importancia de los resultados obtenidos por el Sr. Cordero como otro fundamento más á favor de la no existencia de la anoxhiemia barométrica; pero en su trabajo de 1893 y como resultado de 38 observaciones en individuos enteramente sanos, ha encontrado como promedio general 6.700,000 glóbulos rojos por milímetro cúbico. La continuación de sus observaciones lo ha conducido á la confirmación de la

1 Véase Vergara Lope.—Tesis, 1890.

existencia de este aumento de los eritrocitos, habiendo encontrado una cifra de 6.400,000, deducida de más de 200 observaciones.

Esto nos explica por qué el Dr. Fernando Zárraga, tomando como base los datos Europeos, los del Dr. Cordero y el resultado de sus propias observaciones sobre la sangre de las mujeres embarazadas en México, dedujo, que la mujer en gestación tiene su sangre hiperglobúlica, conclusión general inexacta é inconforme con los resultados obtenidos por la mayoría de los autores Europeos, y que tuvo por origen, la ignorancia del descubrimiento importante de la hematología de las altitudes; prueba inequívoca del interés que tiene para los conocimientos médicos en general la fijación exacta del estado fisiológico de la sangre en los habitantes de las alturas.

El Sr. Dr. Zárraga[1] encontró en las embarazadas 5.111,000 glóbulos rojos por milímetro cúbico. El Dr. Vergara en la mujer al estado de vacuidad y enteramente sana, ha encontrado un promedio de 5.500,000 á 6.000,000, superior por lo tanto al del Sr. Zárraga, y que nos autoriza á deducir que en México como en Europa el estado hipoglobúlico de la sangre es una condición normal de la gestación.

La comprobación de las cifras que anteriormente he indicado, se encuentra en el presente trabajo; pues el estudio que he hecho de la sangre he procurado sea lo más vasto que me ha sido posible, tomando todas las precauciones necesarias para alejar las causas de error. Aunque mi objeto principal es la determinación

1 La Gaceta Médica de México. Vol. XXVIII, pág. 265.

de la densidad en la sangre normal, he tenido que recoger algunos otros datos (numeración de glóbulos, dosificación de oxi-hemoglobina), que me permitieran juzgar de una munera precisa, la relación que tiene que haber entre la densidad de la sangre y su estado fisiológico ó normal, para establecer al mismo tiempo con toda claridad las diferencias que existen con la sangre de los habitantes de los bajos niveles.

La importancia del presente estudio puede considerarse desde varios puntos de vista:

En primer lugar: proporciona un dato más á la Fisiología Nacional comprobando otros que están enteramente relacionados á él.

En segundo: hace conocer á la Clínica un medio sencillo y de fácil ejecución.

Tercero: habiendo como hemos encontrado, en las pocas observaciones que presento al final de este trabajo, una relación constante entre la densidad por una parte, y el número de los glóbulos rojos y la cantidad de oxi-hemoglobina por otra, bastará determinar esta densidad para tener una idea aproximativa de la riqueza globular de la sangre que sea el objeto de estudio; porque ¿cuántas veces por circunstancias que sería largo enumerar, los médicos, sobre todo los que ejercen en lugares lejanos á los centros de población, no podrán disponer de los útiles necesarios para hacer la numeración de los glóbulos (microscopio, hematímetro), ni de los indispensables para determinar la cantidad de hemoglobina?

Sirviéndose entonces de unos cuantos frascos, con cloroformo y gasolina mezclados á distintas densida-

des, podrán obtener, si no datos enteramente exactos sí muy aproximados del estado de la sangre, lo que bastará en la mayoría de los casos.

En cinco capítulos he dividido el presente trabajo:

Primero: Historia, métodos de observación y procedimiento seguido en esta tesis.

Segundo: Factores que son susceptibles de modificar la densidad de la sangre, exponiendo la teoría más admisible de sus variaciones en las alturas.

Tercero: ¿Cuál es la densidad normal de la sangre en México? y comparación con los resultados obtenidos por los observadores Europeos.

Cuarto: Exposición de las observaciones.

Quinto: Conclusiones generales.

El método que he seguido en mis observaciones es el siguiente: Señalar el estado de salud de los individuos sometidos al examen, escogiendo aquellos cuyo estado fisiológico es perfecto hasta donde ha sido posible y anotando además la fecha de observación, la hora, el tiempo transcurrido después del alimento, el oficio ó profesión, el lugar del nacimiento, el número de respiraciones, de pulsaciones, la temperatura, el número de glóbulos rojos, su relación con los blancos, la cantidad de hemoglobina por ciento y la densidad de la sangre.

Este es el humilde trabajo que tengo el honor de presentar á mi ilustrado Jurado, como la prueba ineludible que la ley exige para para obtener el honroso título de Médico. Espero lo juzguéis con la benevolencia que es compañera inseparable del saber, haciendo á un lado las imperfecciones que de seguro está lleno

y no viendo en él, más que mi amor al trabajo y al estudio, juntamente con el deseo de presentaros algo interesante, y hasta cierto punto nuevo en México.

Un deber mío es el hacer públicamente presente mi reconocimiento, á los Sres. Dres. Daniel Vergara Lope y Fernando Altamirano; al primero por haberme proporcionado tan bondadosamente todos los datos que poseía, dirigido y ayudado en mis observaciones; al segundo por haberme facilitado todos los medios, para llevar á cabo el presente estudio.

CAPITULO I.

Historia y métodos de observación.

Los estudios de la densidad de la sangre han sido hechos principalmente en Alemania, en Inglaterra y en Italia: son pocas las observaciones que se han hecho en Francia. En México hasta el presente año el Sr. Vergara Lope es el primero que se ha dedicado á este estudio, sin que antes se haya ocupado nadie de él.

Para evitar repeticiones me he propuesto reunir la historia con los métodos de observación que han seguido los diferentes autores, comenzando por aquellos que están completamente en desuso, para terminar con los que están á la altura de los conocimientos modernos.

De una manera general puede decirse que por tres grandes períodos ha pasado sucesivamente la determinación de la densidad de la sangre: Un primer período que comprende la época de la sangría. Una segunda época durante la cual nada se hizo; y un tercer período que es enteramente reciente y que comprende la época actual.

Para ser más claro en mi descripción y para ordenar de alguna manera el presente estudio, dividiré en tres los principios generales en que se fundan los distintos medios de observación, exponiendo al final el procedimiento seguido en esta Tesis y haciendo de paso algunas consideraciones sobre cada uno de estos procedimientos.

El primer grupo está fundado en el principio siguiente: Determinar el peso específico de la sangre por los medios comunes á todos los líquídos.

El segundo: Tomar un volumen determinado de sangre, pesarlo y obtener por cálculo el peso específico.

El tercero: Buscar un líquido en el cual una gota de sangre quede en suspensión sin subir ni bajar, siendo la densidad de la sangre la del líquido empleado.

Como se comprende fácilmente, el primer grupo y el método en que está fundado, sólo era aplicable cuando por medio de la sangría se podía disponer de grandes cantidades de líquido, siendo por orden histórico el procedimiento más antiguo. Desde que se han estudiado y comprendido las indicaciones de la sangría, desde que el número de estas ha disminuído considerablemente, los observadores han buscado medios ingeniosos y para los que sólo bastan unas cuantas gotas de sangre.

Primer grupo.—Se defibrina la sangre y se determina su peso específico por los medios comunes á todos los líquidos.

Comprendido en la época de la sangría como anteriormente expresamos, y siendo el método más antiguo, lo señalaré brevemente por ser un dato histórico de importancia.

Becquerel y Rodier fueron los primeros que en 1844 se ocuparon de la densidad de la sangre. Para obtenerla hacían una sangría de 125 gramos, defibrinaban la sangre por medio de una pequeña escoba y determinaban la densidad por el método del frasco. Después en otra porción de líquido separaban el suero y determinaban por el mismo medio su densidad.

Kincke (Berlín, año de 1872), determinaba por el mismo procedimiento la densidad; pero empleando menos cantidades de sangre.

Gamgee (Universidad de Manchester, 1880), hace uso de un frasco especial: el piknómetro Geissler, que tiene en su interior un termómetro para poder pesar el agua y la san-

gre á la misma temperatura. Previamente construye una tabla de la densidad del agua á distintas temperaturas. Consultando estas tablas, se obtiene la densidad del agua á la temperatura del medio á que se hace la experiencia y la que tendría á la temperatura de la sangre. Conociendo entonces el peso de una cantidad igual de agua y de sangre á la misma temperatura, se deduce fácilmente la densidad.

Arronet (1887), toma 25 centímetros cúbicos de sangre y con una parte de este líquido determina la densidad, sirviéndose de 3 frasquitos que contienen cada uno 3 gramos. Están tapados al esmeril y poseen un pequeño tubo capilar que impide el contacto del aire y la sangre.

Kruger se sirve del mismo procedimiento.

Polli ha propuesto otro método, que á primera vista parece el más exacto: Se recoge la sangre en una probeta, y se agita con una varilla de vidrio de manera de separar la fibrina procurando conservar la temperatura que tiene á la salida de la vena. Se toma la densidad por medio de un areómetro y en seguida se deja reposar durante algunos días la sangre, de tal manera, que los glóbulos más pesados van al fondo, después se toma muy fácilmente y con el mismo areómetro la densidad del suero.

¿Cuál de todo este grupo de procedimientos es el más conveniente? Todos están sujetos á objeciones más ó menos serias. En primer lugar se tropieza con la dificultad de encontrar personas que puedan y quieran sujetarse á una sangría de complacencia; pues casi todos ellos necesitan una cantidad regular de sangre; se obtiene por estos métodos la densidad de la sangre defibrinada y sabemos que en muchas enfermedades hay aumento notable de la fibrina y si eliminamos este factor habrá en estos casos una causa de error considerable. El procedimiento de Pollí sería el preferible; pero este experimentador toma como dijimos anteriormente, la densidad con un areómetro y como sabemos estos instrumentos señalan únicamente la densidad de los líquidos y de las solucio-

nes de diversas substancias; pero hay un error considerable cuando se toma la misma densidad en líquidos que como la sangre tienen cuerpos en suspensión y no en solución. No pudiéndose evitar esta causa de error obliga á abandonar el procedimiento.

SEGUNDO GRUPO.—Su principio general y fundamental es el siguiente: Se toma un volumen determinado de sangre, se pesa y se obtiene su densidad por cálculo.

Por orden histórico los procedimientos que comprende este segundo grupo son posteriores á los señalados anteriormente. Desde el punto de vista práctico son enteramente aplicables y algunos de ellos dan un resultado enteramente exacto; pero la mayor parte no son clínicos, pues exigen alguna práctica por parte del observador y una laboriosidad que los hace minuciosos, y aplicables solamente á aquellos casos en los que se desea tener una apreciación estrictamente matemática.

Conociendo de una manera exacta el volumen y el peso de una cantidad determinada de sangre se puede obtener fácilmente la densidad por medio de la fórmula siguiente:

$$d = \frac{p}{v}$$

en la que d representa la densidad buscada, p el peso y v el volumen. Es necesario hacer la corrección de la temperatura á la cual se observa.

Señalaré en primer lugar el procedimiento seguido por Davy, Magendie y Nasse, solamente como dato histórico; pues ahora es enteramente impracticable por la cantidad de sangre que se necesita.

Se recoge una cantidad de sangre variable de 100 á 500 gramos, se le pesa cuidadosamente en una buena balanza, se pesa después una cantidad igual de agua á la misma temperatura, y se obtiene la densidad por un cálculo sencillo.

No se necesita discutir mucho la imposibilidad de aplicación de este procedimiento actualmente.

Tarchanoft [1] (Profesor de la Universidad de San Petersburgo), emplea el procedimiento siguiente:

Recoge la sangre que sale de una pequeña herida en un pyknómetro (ó globo de vidrio) que tiene la forma de una pera y cuyas dos extremidades están terminadas en tubo capilar. La sangre debe llenar enteramente el globo de manera que no se mezcle al aire. Se pesa primero el globo vacío y después lleno de sangre rápidamente y en una balanza de gran precisión, se vacía y se le pesa lleno de agua á la temperatura de 37°5 que es la de la sangre. Se determina fácilmente la densidad.

Este procedimiento puede ser bastante exacto; pero está sujeto también á algunas objeciones: En primer lugar se necesita si se quiere hacer un cierto número de observaciones, disponer de un globito para cada observación, puesto que es imposible lavar rápidamente el globo lleno de sangre; en segundo lugar este líquido casi siempre se coagula y es imposible llenar completamente el pyknómetro, siendo por otra parte muy difícil no dejar entrar burbujas de aire, que penetran siempre al interior si falta sangre, ó se separa un poco de ella el tubo capilar por donde se está absorbiendo; en tercer lugar, hay que hacer tres pesadas en cada experiencia y que tener preparada agua á la temperatura que se necesita. Además la incisión que se hace en la piel para evitar el contacto del aire debe ser bastante profunda. Por lo tanto no es un procedimiento aplicable en Clínica, se emplean para la observación cuando menos tres horas y necesita aparatos especiales, gran precisión, práctica y habilidad por parte del observador.

Tzyboulsky (1880), emplea un método que no es más que una ligera modificación del anterior.

1 Foster.—Traité de Fisiologie.

Se sirve de un vasito tapado al esmeril y que puede contener un centímetro cúbico, se le pesa vacío, luego lleno de agua á la temperatura de la sangre, se seca y se le pesa por último lleno de sangre. Se obtiene después por cálculo el peso específico. Este procedimiento tiene á pesar de su simplicidad una gran dificultad, y es que no se puede llenar rápidamente el frasco por simples gotas; pues la sangre muy pronto se coagula. Se necesita cuando menos; si no se tiene mucha práctica, desperdiciar mucha sangre y dar un gran número de piquetes.

Schmaltz ha hecho una reducción al procedimiento de Tzyboulsky, que como acabamos de hacer notar no es más que una modificación ligera del de Tarchanoff.

Es un procedimiento muy minucioso y puede decirse el más exacto y practicable de los que comprende este grupo.

La sangre se obtiene por una picadura pequeña hecha en la yema del dedo con una lanceta especial; esta sangre se recoge en un pequeño tubo de vidrio llamado pyknómetro capilar de Schmaltz: tiene una longitud de 12 centímetros y milímetro y medio de espesor y termina en sus dos extremidades en capilar de una extensión de un centímetro y de dos tercios de milímetro de luz. La forma general del pyknómetro es muy semejante á la de un tubo de vacuna. Se pesa en una balanza que sea sensible hasta un décimo de miligramo. Se llena de agua destilada, se le seca en su parte externa perfectamente y se le pesa de nuevo. La diferencia de las dos pesadas indica el peso del agua. En seguida se le desembaraza del agua, se lava con éter ó con alcohol absoluto y cuando todo se ha evaporado se llena de sangre. La cantidad que se necesita para llenar completamente el tubo es 0 gr. 1, quiere decir, sólo dos gotas. Una vez que el tubo está lleno de sangre se le vuelve á pesar y por un cálculo sencillo se obtiene la densidad.

Llamemos *a* el peso del capilar vacío, *b* el tubo lleno de

agua y c su peso con sangre; la densidad que representamos por d será:

$$d = \frac{c - a}{b - a}$$

Lyonnet da el ejemplo siguiente para demostrar la marcha que sigue la observación, por el procedimiento de Schsmaltz:

1º Peso del capilar vacío	0.1730
2º íd. íd. íd. con agua	0.2952
3º El peso del agua sola	0.1022
4º Peso del tubo capilar con sangre	0.3025
5º Peso de la sangre sola	0.1295

La densidad de la sangre será igual á

$$d = \frac{0.1295}{0.1222} = 1058.9$$

Una vez que el tubo ha servido para hacer una observación es necesario secarlo y destruir las porciones de sangre que hayan podido quedar adheridas á sus paredes. Para conseguir esto, después de haberlo lavado con alcohol y éter, se le coloca en una solución poco concentrada de potasa cáustica, que destruye las últimas porciones de glóbulos que pudiera contener.

Varias son las objeciones que se han hecho al procedimiento de Schsmaltz, y de allí también otros procedimientos que no tienen más diferencia que las imperfecciones que cada uno de los observadores ha creído encontrar al procedimiento.

Scholkoff, creyendo que la evaporación puede ser una causa de error, ha hecho experiencias numerosas para apreciar la influencia de este factor y concluye que produce un error en menos, de 0.0001 á 0.0002, y que aunque á primera vista una diferencia tan poco notable podría despreciarse, como el resultado de la operación depende en mucho de los últimos números, el error en la cifra total es ya apreciable. Deduce

de aquí que la manera de corregirlo, es hacer violentamente las pesadas y para esto se sirve de dos tubos de peso igual el uno lleno de agua y el otro de sangre y los coloca á la vez en cada uno de los platillos de la balanza de precisión. Dice además, que esta rapidez es necesaria para evitar otra causa de error; pues la sangre se coagula en los capilares, la parte sólida se separa del suero y este trasuda al exterior.

Traugott, estudiando las variaciones de la sangre en el tifo recurrente, considera como un grave inconveniente la necesidad que hay de una precisión tan grande en las pesadas, y para salvar esta dificultad prepone hacer la observación sirviéndose de tres, cuatro, ó más tubos; pero conviene él mismo en que es necesario calentar entonces el agua á la temperatura de la sangre, que ya en un volumen semejante podría ser causa de error. La complicación es como se comprende mayor á la ventaja.

El procedimiento seguido por Schsmaltz y si se quiere aceptando la modificación de Scholkoff es muy exacto, si se siguen minuciosamente todas las reglas, si se tiene el mayor cuidado en hacer bien las pesadas.

Según mi opinión, no presenta más que dos inconvenientes para poderse aplicar como medio clínico, es en primer lugar cierta pericia en el observador y por otro lado el tiempo que se necesita y la dificultad de lavar violentamente los tubos para una nueva observación. Pero haciendo á un lado estas dificultades, su precisión y su exactitud han hecho este procedimiento uno de los más usados.

Sciolla (1890), se sirve del procedimiento siguiente:

Se toma directamente la sangre de una vena por medio de un tubo en *U* de siete centímetros cúbicos de capacidad y de tres milímetros de calibre. Este tubo de vidrio está sumergido en el hielo fundente para impedir la coagulación de la sangre. Por medio de una larga pipeta, transporta la sangre á un pyknómetro que tiene una capacidad de 5 centímetros cúbicos y colocado también en el hielo. Procediendo de

esta manera se evitan los errores que resultan de la temperatura y la coagulación.

Sciolla dice que su procedimiento es matemático, que no es largo y que es de fácil ejecución. Lyonnet hace una buena objeción diciendo que es muy difícil conseguir que la sangre no se coagule durante estas maniobras.

Hemos hecho un análisis de cada uno de los procedimientos que quedan expuestos, y podemos concluir diciendo que el de Schmaltz es el más práctico y el que se aplica siempre que se quiera obtener un resultado exacto.

Tercer grupo.—Comprende como principio general y fundamental el siguiente: Buscar un líquido en el cual una gota de sangre queda en suspensión sin subir ni bajar. La sangre tiene la misma densidad que el líquido.

Dos subdivisiones comprende este grupo según el modo de experimentación. La primera consiste en tomar una gota de sangre y colocarla en una mezcla de dos líquidos de distinta densidad y añadir cualquiera de ellos, hasta que la gota quede en equilibrio; se toma la densidad que indica la de la sangre.

La segunda consiste en preparar de antemano soluciones ó mezclas de densidad conocida y se busca en cuál de ellas la gota de sangre queda en suspensión; la densidad conocida de la mezcla será la de la sangre.

Por un principio bien conocido de física, sabemos que cuando un cuerpo sumergido en un líquido queda en suspensión, sin subir ni bajar, el cuerpo tiene la misma densidad que el medio líquido en el cual queda en equilibrio. Tratándose de un cuerpo fluido como la sangre, es necesario buscar medios con los cuales no sea miscible.[1]

Si se representa por v el volumen del cuerpo por δ la densidad de la mezcla, y por R la cantidad del líquido desalojado, se tendrá conforme al principio de Arquímedes

$$R = v\,\delta$$

1 Cours de Phisique médicale.—Gariel.

Por otra parte, llamando P el peso del cuerpo y $\triangle$ la densidad se tendrá:

$$P = v \triangle$$

Sabemos que el peso es igual al volumen del líquido desalojado, luego

$$P = R$$

Siempre que el cuerpo quede inmóvil se tendrá:

$$\delta = \triangle$$

Quiere decir: la densidad del cuerpo es igual á la densidad del líquido, que era lo que tratábamos de demostrar.

La primera de las dos subdivisiones de este grupo comprende dos métodos: el de Fano y el de Hammerschlag.

Fano hace caer una gota de sangre en una solución gomosa contenida en un tubo de vidrio, y agrega solución más ó menos concentrada hasta que la gota quede en equilibrio. Se toma entonces la densidad.

Hammerschlag, usa una mezcla de cloroformo y benzol. El cloroformo tiene una densidad de 1526 y el benzol de 0.899. Para determinar la densidad de la sangre coloca en un vaso esta mezcla de cloroformo y benzol de tal manera que un densímetro marque de 1050 á 1060. Deja caer por medio de una pequeña pipeta, una gota de sangre. Si esta gota baja, lo que indica una densidad mayor de la sangre, agrega cloroformo; si sube, lo que indica una densidad mayor de la mezcla, agrega benzol, teniendo cuidado de agitar bien, de manera que la repartición del líquido se haga uniforme, tanto en uno como en otro caso.

Para este procedimiento son varios los cuidados que Hammerschlag aconseja: en primer lugar, no tomar una gota demasiado voluminosa, á fin de que al agitarla dividiéndose en varios pedazos no sea fácil reunir todos en una misma capa; en segundo, impedir que la misma gota se adhiera á las paredes del vaso, quedando así fijada en una situación distinta á la que debía tener; en tercero, no agitar demasiado la mez-

cla, con un doble objeto: evitar la división de la gota que como antes dijimos dificultaría la observación é impedir se introduzcan burbujas de aire que cambian la densidad.

¿Cuáles son las objeciones que pueden hacerse á este procedimiento? Si es cierto que de todas las mezclas empleadas es la mejor, pues la gota de sangre no se deforma, sucede muchas veces que se divide por la agitación y las dificultades son mayores. Es necesario, además, tomar la densidad antes que la coagulación se produzca, pues disminuyendo ésta de una manera considerable se vuelve una causa de error. Es muy difícil evitar la coagulación en este procedimiento en el que sería verdaderamente casual colocar la sangre en una mezcla que tuviera una densidad igual á la suya y hay por lo tanto, casi siempre, necesidad de agregar ya sea el cloroformo ó el benzol, teniendo cuidado, como antes dijimos, de agitar á fin de que la mezcla sea completa. Esto tiene por resultado además de la división, la formación de corrientes líquidas en diversos sentidos que hacen esperar cierto tiempo mientras pasa su influencia y entonces la coagulación se ha efectuado.

Se ha hecho otra objeción al procedimiento que emplea Hammerschlag, y es que usa líquidos volátiles como el cloroformo y el benzol y que por esta misma volatilidad la densidad de la mezcla en el momento de hacer la observación. Las experiencias que sobre este particular se han emprendido han dado resultados contradictorios á la objeción que examinamos. La evaporación en el momento mismo de hacer la observación no trae en la densidad más que un error que casi nunca llega á 0.001, y que muy frecuentemente es de 0.0005. La temperatura no influye de una manera notable.

En los estudios que se han hecho con diferentes objetos en Europa y principalmente en Alemania relativos á la densidad de la sangre, es el procedimiento de Hammerschlag el que se ha empleado de preferencia á los demás.

La segunda subdivisión que comprende los procedimien-

tos en los cuales se preparan anteriormente mezclas á densidades variadas, se debe principalmente á Roy, profesor de la Universidad de Cambridge (1892).

Procedimiento de Roy: Se preparan varias soluciones salinas cuya densidad varía de 1040 á 1067 de la manera siguiente:

1040,	1045,	1047,	1049,	1050,
1051,	1052,	1053,	1054,	1055,
1056,	1057,	1058,	1059,	1060,
1062.5,	1065,	y	1067,	

Toma estas soluciones por medio de una jeringa parecida á la de Pravatz, con la diferencia que la aguja penetra á una cierta distancia en el interior del cuerpo de bomba. Casi llena la jeringa con una de estas soluciones, aspira la sangre por medio de un piquete hecho con la misma aguja. Al llegar la gota en el cuerpo de bomba observa colocando el aparato en distintas posiciones. Así va desechando las soluciones hasta encontrar aquella en la que el equilibrio de la gota sea perfecto.

La objeción que puede hacerse á este procedimiento, es que necesita hacerse muchos piquetes y expulsar completamente cada una de las soluciones que se han tomado, para que por su presencia no venga á ser causa de error en la siguiente. Además queda siempre alguna cantidad de líquido en la aguja de la jeringa y aun cuando ésta se encuentre casi llena por otra solución, al hacerse la aspiración la sangre penetra al cuerpo de bomba arrastrando el líquido que había quedado de la solución anterior, contenida en la aguja. Después de haber tomado varias veces distintas soluciones, la densidad cambiará notablemente y el resultado será falso.

Por la descripción de su manual operatorio por el número de piquetes que se necesita hacer, es poco aplicable en clínica.

Lloyd. Jones (1890), estudiando los inconvenientes del mé-

todo anterior propone un medio práctico para la determinación de la densidad de la sangre en Clínica.

Las mezclas de que se sirve están compuestas de glicerina y agua. Pero como son susceptibles de entrar en fermentación y por consecuencia con el tiempo de alterarse notablemente en su densidad, para evitar este inconveniente Jones agrega una pequeña cantidad de tymol ó de bicloruro de mercurio. Más tarde el autor ha sustituído el bicloruro de mercurio que en muchos casos descompone la glicerina, por el hidro–fluo–silicato de sosa.

Hace soluciones neutras ó ligeramente ácidas que se conservan perfectamente bien. Se colocan en frascos de una onza próximamente y cerrados con un tapón de caoutchouc. Para poderlos hacer fácilmente transportables se les acomoda en una caja de cuero.

Estas mezclas son el número de 20 á 25 y las densidades varían de 1027 á 1075.

Aconseja que varíen de la manera siguiente:

1030,	1033,	1036,	1039,	1042,
1045,	1048,	1050,	1052,	1054,
1056,	1058,	1060,	1062,	1064,
1066,	1069,	1072,	y	1075.

La sangre se obtiene de un picadura hecha en el dorso del dedo. Es necesario no poner ligadura en el dedo porque dificulta la circulación, basta comprimir suavemente para obtener la cantidad necesaria de sangre. Se recoge esta por medio de una pipeta de pequeño calibre, encorvada en una de sus extremidades en ángulo recto. Cuando se tiene una columna de sangre próximamente de seis centímetros se arroja una gota soplando suavemente en cada una de las mezclas. Se espera un momento á que la corriente producida por la fuerza impulsiva deje de obrar. Si la gota tiende á subir es que tiene una densidad menor y hay que colocarla en mezclas de densidad mayor. Se hará lo contrario si la gota tien-

de á bajar. Después de algunos tanteos se llega á tenerla en condición de equilibrio perfecto. Se lee entonces la densidad que ya está determinada.

El método de Lloyd. Jones es seguramente el más cómodo, el más clínico é indica un real progreso en la determinación de la densidad de la sangre. Con ligeras modificaciones, con modificaciones apenas apreciables y dignas de tenerse en consideración es el procedimiento universalmente seguido hasta ahora por los distintos observadores. Yaks en 1889 y Devoto en 1890, han hecho un gran número de observaciones por el procedimiento de Jones.

Devoto señala una causa de error que él trata de corregir. Al introducirse sucesivamente en las distintas soluciones queda adherida á sus paredes una cierta cantidad de glicerina susceptible de hacer variar de densidad á las soluciones siguientes. Para evitar esto tiene preparadas doce ó más pipetas, y no toma la sangre de una sola vez sino con cada una y en pequeñas cantidades. La temperatura no tiene influencia considerable. Como lo hace notar Lloyd. Jones, no es necesario tener los líquidos á la temperatura de 60° Fahrenheit (15° centígrados), pues una sola gota de sangre en unos cuantos intantes tendrá la misma temperatura que el medio líquido en que se coloca, y siendo igual la temperatura variarán en conjunto y el resultado no estará modificado.

Para obtener de una manera exacta la densidad es necesario poner inmediatamente la gota en el líquido, de manera de evitar un principio de coagulación que haría falso el resultado.

Cuando la sangre no está coagulada escurre de la abertura de la pipeta bajo forma de un pequeño chorro que no tarda en convertirse en un globo perfecto. Por el contrario si existe un principio de coagulación se necesita un esfuerzo más considerable para desprender la gota, lo que perjudica á la observación por las corrientes líquidas que se producen y además una vez desprendida se divide deformán-

dose en dos partes, una que va al fondo, miéntras que otra queda en la extremidad de la pipeta, bajo forma de un líquido rojizo, que no es otra cosa que el suero de la sangre y que desaparece rápidamente. Cuando por una causa cualquiera se observa este fenómeno, es necesario no interpretar la observación, sino despreciarla y volver á comenzar otra.

Landois hace algunas modificaciones al procedimiento de Jones. La pipeta que usa es semejante á la del procedimiento anterior, variando solamente en su calibre que es muy pequeño, terminada en punta en una de sus extremidades y cerrada en la otra por una membrana de caoutchouc. Ejerciendo sobre esta membrana una ligera presión se aspira solamente una ligera cantidad de sangre, suficiente para hacer la observación. Las soluciones de que se sirve son de sal de Glauber ó de una mezcla de aceite y cloroformo. La densidad de sus soluciones varía de 1050 á 1070.

En todas sus precauciones y manual operatorio es enteramente igual al anterior.

Siegl, que ha hecho un importante estudio de la sangre, se sirve de los procedimientos de Roy y Lloyd Jones; pero haciéndoles algunas modificaciones. La mezcla de que se sirve es glicerina y agua; los frascos son pequeños, parecidos á los tubos de orina pero de mayores dimensiones. La parte capital de su modificación es conservar á estos líquidos, por mucho tiempo, una densidad constante, la que no es posible en los procedimientos antes citados, pues el agua evaporándose constantemente en la superficie cambia un poco en la densidad. Con el objeto de evitar esto Siegl, coloca en la parte superior de la mezcla, una delgada capa de aceite, líquido menos denso que impide la evaporación del agua y que por consecuencia hace que la densidad de la mezcla sea constante; pero como no podría impunemente pasarse la gota de sangre por la capa de aceite sin traer en ella algunas modificaciones que harían el resultado erróneo, Siegl tiene cuidado de introducir en la mezcla antes de poner la capa de aceite un

embudo, cuya extremidad queda enmedio del líquido y cuyo tubo atraviesa el tapón de caoutchouc, que cierra el frasco. La parte superior del embudo está provista de una tapadera. De este modo la evaporación entre el tubo del embudo y las paredes del frasco es impedida por la capa de aceite y no se hace más que la luz del tubo del embudo, y esta cantidad es tan pequeña que las densidades se conservan casi indefinidamente.

La sangre es aspirada por medio de una pipeta de manera que su introducción sea fácil á través del tubo del embudo, y tiene en una de sus extremidades un pequeño tubo de caoutchouc que está unido á una jeringa de Pravatz para hacer la aspiración de la sangre necesaria para la observación.

El procedimiento de Siegl tiene la ventaja de conservar casi indefinidamente las soluciones á una densidad invariable; pero en cambio tiene los inconvenientes de ser más delicado, de exigir más tiempo y aparatos especiales.

Lyonnet (1892), cuya monografía ha servido de guía al presente estudio, adopta para sus investigaciones el procedimiento de Lloyd Jones, con algunas de las modificaciones de Devoto y Siegl y otras que le son personales.[1] Las mezclas que emplea están compuestas de agua, glicerina y sublimado en las proporciones siguientes:

Glicerina	700	gramos.
Agua	3.500	,,
Bicloruro de mercurio	3	,,

La densidad de esta mezcla es de 1050. Después de filtrada agrega ya sea glicerina ya sea agua, de manera de tener las densidades siguientes:

1027,	1029,	1031,	1033,	1035,
1037,	1039,	1041,	1043,	1045,
1047,	1049,	1051,	1053,	1055,
1057,	1059,	1061,	1063,	1065,
1067,	1069,	1071,	1073.	

1 Lyonnet.—De la densité du sang, pág. 52.

Estas soluciones son colocadas en frascos que contienen 180 gramos y tapados al esmeril. Se estrechan mucho en su parte superior de manera de no permitir la evaporación más que en una superficie muy pequeña. La sangre se obtiene por medio de un piquete hecho con una lanceta del hematoscopio de Hénocque. Basta en general una gruesa gota que se puede obtener comprimiendo ligeramente el dedo y recogiéndola en una pequeña pipeta enteramente igual á la de Lloyd Jones. El diámetro de esta pipeta no debe ser ni demasiado grande, porque la sangre se coagularía fácilmente, ni demasiado pequeño, pues habría gran dificultad en tomarla y expulsarla. Como en los procedimientos anteriores la densidad se toma por tanteos.

La densidad de las mezclas que se emplean para determinar la densidad de la sangre, es susceptible de cambiar por dos motivos diversos: por la evaporación de los líquidos ó por la introducción de las gotas de sangre.

En cuanto al primer factor es muy posible que en el procedimiento de Lyonnet los tapones no impidan el contacto del aire; pero este cambio se hace muy violentamente por ser muy pequeña la superficie de evaporación y basta solamente rectificarlas de tiempo en tiempo. El segundo factor puede decirse que casi no tiene influencia. ¿Qué es en efecto una sola gota de sangre cuya densidad es poco diferente en comparación de 180 gramos de líquido?

PROCEDIMIENTO SEGUIDO EN ESTA TESIS.

Los líquidos de que nos servimos están contenidos en 17 frascos cuya boca deja pasar los densímetros y tienen las densidades siguientes:

1045,	1050,	1055,	1057,	1060,
1061,	1062,	1063,	1064,	1065,
1066,	1067,	1068,	1069,	1070,
1071,	1072.			

Están compuestos de cloroformo y gasolina, y los frascos tapados con un corcho encerado que los cierra herméticamente.

Con una lanceta de vacuna desinfectada convenientemente y previa la antisepcia del dedo con una solución de bicloruro de mercurio, se practica un piquete en el borde externo de los dedos meñique ó anular; y por una presión muy ligera se hace salir la gota de sangre. La mayor parte de los observadores hacen el piquete en la yema del dedo; pero es muy doloroso por la riqueza nerviosa de esta región. Practicándolo como lo hacemos nosotros en el borde externo, se evita el dolor y se pueden hacer varios piquetes si uno solo no basta por cualquiera circunstancia, lo que no sería fácil de conseguir si se hiciera en la yema del dedo.

La sangre la tomamos con una pipeta acodada en ángulo recto hacia su extremidad afilada en punta y unida á un pequeño tubo de caoutchouc en su otra extremidad, y que tiene por objeto aspirar una pequeña cantidad de sangre comprimiéndolo ligeramente y depositarla por el mismo mecanismo en las mezclas.

Se disponen en hilera los frascos que comprenden las densidades más frecuentes, generalmente de 1059 al 1067; pues son los que generalmente bastarán y sólo habrá que hacer uso de los otros en casos excepcionales ó patológicos. No se destapan hasta el momento en que se va á hacer la observación.

Rápidamente se toma con una pipeta una pequeña cantidad de sangre y se coloca en el frasco de mayor densidad; si la gota después de estar sujeta á la corriente de impulsión tiende á subir se coloca en el siguiente ó en los dos ó tres siguientes; pues una gruesa gota de sangre puede servir si se pasa rápidamente para depositar dos ó tres pequeñas porciones sucesivamente. Hay que advertir que una pipeta no nos sirve dos veces, porque después se queda adherida á sus paredes una pequeña cantidad de sangre coagulada que vendría á ser una causa de error. Una vez que se ha encontrado el líqui-

do en el cual la gota de sangre queda en equilibrio, se rectifica su densidad con el densímetro.

Los densímetros de que nos hemos servido son una serie de cinco, fraccionados de tal manera que el primero marca de 1020 á 1030, el segundo de 1030 á 1040, el tercero de 1040 á 1050, el cuarto de 1050 á 1060 y el quinto de 1060 á 1070.

Cada uno de ellos comprende diez divisiones y cada una de éstas dos, de manera de indicar medios de grado.

¿Cuáles son las objeciones que pueden hacerse al método anterior?

Son varias; pero vamos á procurar contestar las que se le puedan hacer. ¿Por qué hemos eligido líquidos volátiles, como el cloroformo y la gasolina, en lugar de soluciones salinas, ó mezclas de agua y de glicerina que se evaporan muy lentamente? Por varios motivos. En las soluciones salinas y aun en la glicerina, según hemos podido observar, la sangre al salir de la pipeta se deforma, se coagula rápidamente y se mezcla ó se disuelve en el líquido; mientras que en el cloroformo y la gasolina queda una esfera perfecta. La transparencia de las mezclas es tal que se puede seguir el globulito de sangre hasta en sus menores movimientos. La variación de la densidad por la misma volatilidad de los líquidos y el error que podía resultar, lo corregimos tomando la densidad en el momento de la observación. Con el tiempo la densidad de las mezclas se modifica profundamente, y si es cierto que en el resultado de la observación no podría tener influencia, sí es cómodo rectificar las densidades, filtrarlas y tenerlas prontas á otra serie de observaciones.

Me parece conveniente antes de terminar el presente capítulo, decir unas cuantas palabras de los métodos que me han servido para hacer la numeración de los glóbulos y para determinar la cantidad de oxi-hemoglobina por ciento.

En el análisis globular de la sangre me he servido de la pipeta mezcladora de Reichert y he comprobado sus resultados con la de Hayem y Nachet.

El hematímetro que he usado de preferencia es el de Hayem, haciendo generalmente diez ó más numeraciones para obtener un término medio exacto en cada observación. Para contar los glóbulos blancos únicamente desafoco el microscopio de manera que los glóbulos blancos siendo muy refringentes se distinguen perfectamente de los demás. Cuento cuando menos diez veces por campos de microscopio. Para obtener su relación con los rojos divido el número de estos por el de blancos.

La cantidad de oxi–hemoglobina la obtengo por el hematoscopio de Hénocque y compruebo el resultado con el hemato–espectroscopio del mismo autor. De esta manera puede decirse que el resultado tiene que ser exacto.

La historia de la densidad normal de la sangre en México es enteramente reciente. El Sr. Vergara Lope, como dijimos al principio del presente capítulo, fué el primero que en este año emprendió su estudio.

Los primeros resultados llamaron su atención, pues siempre encontraba una densidad superior á la obtenida por los observadores Europeos, y comprobando de esta manera con un dato más sus estudios anteriores.

Este aumento de la densidad, como puede verse en las observaciones que presento, es verdaderamente notable; pues el mínimum normal puede decirse es igual á la máxima de las cifras Europeas.

Tenía que ser así, porque están (aunque sea aparentemente) aumentados el número de los glóbulos rojos y la oxi–hemoglobina, que son dos factores importantes de la densidad de la sangre.

¿Cómo influye cada uno de ellos? ¿Cuáles son los principales?

La resolución de estas cuestiones será el objeto del siguiente capítulo.

CAPITULO II.

Factores que intervienen en las modificaciones de la densidad de la sangre.

El líquido sanguíneo cuya importancia en la respiración y nutrición es bien conocida, está compuesto de una parte sólida, llamada *cruor* y de una parte líquida, llamada *liqüor* ó plasma.

En mil partes de sangre, de la parte sólida representada por los glóbulos hay 512.04 y de el plasma que representa el líquido hay 486.96.

Los glóbulos contienen: agua 349.7; hemoglobina y globulinos 159.6; sales minerales 3.7.

El plasma contiene: fibrina 3.93; albúmina y materias extractivas 39.9; sales minerales 4.14 y agua 4.39.

¿Cómo pueden obrar sobre la densidad de la sangre cada uno de los factores que hemos señalado?

Los glóbulos pueden obrar por su número ó por su cantidad de hemoglobina.

Becquerel y Rodier creen que el número de los glóbulos es el principal y que la densidad será mayor siempre que el número aumente y vice versa.

Otros muchos autores, entre ellos Hammerschlag, estudiando la densidad de la sangre en la leucemia, en que como sabemos hay aumento de los glóbulos blancos, y comparando los resultados obtenidos con los estados que como en la clorosis,

hay diminución de los eritrocitos, ha llegado á concluir que la densidad no variará tanto en uno como en otro caso, siempre que exista la misma cantidad de oxi-hemoglobina.

Copemann admite que el número de los glóbulos influye de una manera notable y preponderante; pero que también es muy importante la parte que toma de oxi-hemoglobina.

Lloyd Jones, por el contrario, asegura la importancia del número de los glóbulos, pero á un grado menor que la oxi-hemoglobina.

¿Cuál de los datos anteriores debemos acoger como verdadero?

En las observaciones de Schmaltz y de Hammerschlag, resulta una relación constante entre la densidad y cantidad de hemoglobina.

Para mejor demostración señalaré algunos de los datos que este último autor ha encontrado:

Densidades.	Cantidad de hemoglobina.
De 1033 á 1035	25 á 30 p% .
,, 1035 ,, 1038	30 ,, 35 p% .
,, 1038 ,, 1040	35 ,, 40 p% .
,, 1040 ,, 1045	40 ,, 45 p% .
,, 1045 ,, 1050	55 ,, 65 p% .
,, 1050 ,, 1053	65 ,, 70 p% .
,, 1053 ,, 1055	70 ,, 75 p% . [1]

Schmaltz encuentra la relación siguiente:

Densidad.	Hemoglobina.	Número de glóbulos rojos.
1035	30	3.364,000
1042	40 á 45	3.440,000
1049	45 ,, 50	4.164,000
1058	70	4.352,000

Se ve que la relación es constante y notable en los datos anteriores. Al hacer la apreciación de los resultados que he

1 La cantidad normal de hemoglobina es representada por 100.—Estas relaciones son distintas al procedimiento francés que busca la cantidad por ciento.

obtenido en mis observaciones haré presente esta relación, á pesar de ser muy pocas comparativamente, para poder asentar de una manera tan rigurosa una proporción constante.

En resumen diremos que los dos factores que hemos examinado (número de glóbulos y cantidad de oxi–hemoglobina), influye proporcionalmente en la densidad.

Este resultado está de acuerdo en los habitantes de México en los que habiendo aumento de los glóbulos y de la oxi–hemoglobina, hay también aumento de la densidad.

Examinemos ahora como influye el suero en la densidad de la sangre.

Por dos factores principalmente el suero hace variar la composición de la sangre: por su cualidad y por su cantidad, mejor dicho por la cantidad de sales que tiene en solución y por la relación que hay entre la parte líquida y la parte sólida de la sangre.

De esta manera se explican las variaciones fisiológicas diarias que presenta la densidad por las modificaciones que sufre el suero, en la alimentación, bebidas, etc., y que son enteramente pasajeras, pues bien pronto se restablece el equilibrio.

La cantidad de sales que tiene en disolución el suero es evidentemente superior á la normal en ciertas condiciones fisiológicas. Después de una abundante comida cuando no hay al mismo tiempo ingestión de grandes cantidades de líquidos, la densidad se encuentra aumentada. Aquí sin embargo, se pueden invocar otros factores: leucocitósis fisiológica, y según algunos autores aumento de los glóbulos rojos.

La cantidad de fibrina que contiene el suero influye de una manera notable, y esta influencia no conocida al estado fisiológico, porque se ignoran sus variaciones diarias, es muy grande al estado patológico en algunas enfermedades que como sabemos traen un aumento de la proporción de fibrina que llega muchas veces á 6 ú ocho en lugar de 3.93, que es la cifra normal.

Pero si estas variaciones en la cualidad especial del suero sanguíneo traen forzosamente algunas modificaciones en la densidad de la sangre, es claro que las variaciones en cantidad tendrán el mismo efecto.

Su influencia es pasajera también. Si suponemos á la sangre en un estado de concentración dado, y le proporcionamos una cierta cantidad de agua (lo que realizaremos ya por la ingestión exagerada de líquidos, ya por una inyección intravenosa), conseguiremos una modificación momentánea, porque bien pronto el sobrante de agua se eliminará por las superficies pulmonar, cutánea ó renal.

Las experiencias de Cohnhein y Litchthein, demuestran lo que acabamos de asentar. Se toma un animal, se le pesa y se le inyecta por una vena, el tercio de su peso de una solución de sal marina al 6 × 1000.

Se toma una porción de sangre antes de la inyección, otra inmediatamente después y otra cuando ha pasado una hora. Se tiene cuidado de anotar en cada una de ellas el residuo seco encontrado.

Cohnhein y Litchthein han encontrado en un perro.

	Residuo seco.
Antes de la inyección	17,267 p§
Inmediatamente después	12,155 p§
Después de una hora	16,177 p§

En otro perro:

	Residuo seco.
Antes de la inyección	16,163 p§
Inmediatamente después	11,511 p§
Una hora después	15,216 p§

En vista de estos datos podemos concluir, que en una hora la concentración de la sangre ha podido volver casi á la normal debido á la acción que produce la transpiración cutánea y renal, regularizando rápidamente la composición de la sangre.

La hidremia que existe pasajeramente al estado fisiológico por la ingestión de líquidos, viene á ser permanente en

ciertos estados patológicos en que no existe la integridad funcional de los órganos reguladores. En el mal de Brigth, por ejemplo, la densidad se encuentra disminuída. Por el contrario ésta se encontrará aumentada en otros estados en que la diminución del suero sea notable, como después de la acción de los purgantes, los diaforéticos, en las quemaduras,[1] en el cólera, etc.

Veremos también al hablar de la influencia que ejerce el aire enrarecido de las alturas, el mecanismo probable del aumento de densidad.

Resumiremos en tres proposiciones lo anteriormente expuesto, de la influencia que cada uno de los elementos constituvos de la sangre tiene en la densidad.

Primera.—La densidad de la sangre aumentará ó disminuirá, si quedando la densidad de cada uno de los glóbulos la misma, hay aumento ó diminución en su número.

Segunda.—Quedando igual la densidad y el número de los glóbulos, la densidad total de la sangre variará con la densidad del plasma.

Tercera.—Siendo el número de los glóbulos el mismo, la densidad variará con la modificación simultánea de los glóbulos y del plasma. Copeman[2] resume en las proposiciones siguientes las variaciones de la densidad:

Primera: Si la densidad de la sangre está aumentada, es debido á la formación de nuevos glóbulos, ó al paso hacia afuera de la parte líquida de la sangre.

Segunda: Si la densidad se encuentra disminuída,[3] es debido á una diminución de la densidad de los glóbulos ó del plasma, á la diminución en su número, ó lo que es más probable á todos estos factores combinados.

Después de haber examinado cómo influye cada uno de estos factores en la densidad de la sangre, fácil será compren-

1 Véase Vibert.—Précis du Médecine légale.

2 Lyonnet, pág. 68.

3 Si el abatimiento es muy notable tiene siempre significación patológica.

der las variaciones fisiológicas y patológicas que dependen principalmente de estos elementos.

En nuestro trabajo no estudiaremos más que las variaciones fisiológicas.

La Edad.—La composición de la sangre es distinta según las edades y explica las modificaciones de la densidad. El número de los glóbulos varía de la misma manera que la proporción de agua.

Lépine ha visto que veinticuatro horas después del nacimiento el número de los glóbulos rojos está aumentado; pero que disminuye desde el segundo día.[1]

Denis admite que en los cinco primeros meses de la vida del niño, hay aumento en la proporción de agua y disminución en los glóbulos.

Nasse es de la misma opinión y reconoce con Landois que la densidad es menor que en los adultos. Esta diminución es progresiva hasta los dos ó tres años para aumentar después lentamente hasta los 17 años en que conserva la cifra media normal del adulto. Así lo demuestran las cifras recogidas por Lloyd Jones. En el momento del nacimiento, dice este autor, la densidad de la sangre es de 1,066.[2] La diminución de esta cifra se hace notable hasta los dos ó tres años, en que la densidad es de 1,050. A partir de este momento, aumenta hasta 1,058 á la edad de 18 años, que representa la media normal de la edad adulta. De los 60 á los 70 años, siendo muy variable, según las condiciones individuales, el número de los glóbulos disminuye y la densidad se abate proporcionalmente. Esta diminución, comparada con la que tiene lugar en la primera época de la vida, es relativamente pequeña. En las pocas observaciones que he recogido en los viejos, la cifra que he encontrado es semejante á la que existe en las mujeres.

1 R. Lépine.—La numeración de los glóbulos en los recién nacidos.—1876.

2 Hay que notar que en este mismo momento la densidad de la sangre de la madre es muy débil.

Sexo.—En los primeros momentos de la vida la sangre de la niña es igual á la del niño; pero después, por las condiciones fisiológicas, por el medio de vida á que se sujeta el sexo femenino, la densidad de la sangre en la mujer es menor que la del hombre. Contiene más agua y menos glóbulos.

La diferencia comienza á hacerse sensible á la edad de los 14 años y á veces antes, conservándose desde este momento, según Lloyd Jones, hasta la época de la menopausa en que aumenta un poco, en 1055. A los 54 años es casi igual á la del hombre que en esta época ha comenzado á disminuir.

Distintos estados fisiológicos de la mujer disminuyen todavía la densidad de su sangre; tales son: la menstruación, el embarazo y el parto.

Durante la menstruación en los casos en que ha podido observarse la densidad, se ha encontrado disminuída de la media normal. La pérdida de sangre explica las modificaciones de la masa total de este líquido.

En el embarazo, la densidad está disminuida de una manera notable; lo que se explica por el estado hidrhémico de la sangre.[1] El número de los glóbulos disminuye durante toda la gestación; pero lentamente hasta el 6º mes, y rápidamente hasta el 9º. La relación de los glóbulos que al estado de vacuidad es de 127, cae al 6º mes á 121, y á 104 al 9º mes. La diminución de la albúmina es primero ligera, después rápida hasta el fin del embarazo. De 70.6, término medio normal, se abate á 68.6 en el 7º mes y 66.4 en los últimos. La fibrina disminuye hasta el 6º mes y aumenta en los tres últimos. De 3, media normal, baja á 2.5 en el 6º mes y al 9º llega á 4. El agua aumenta notablemente. De 701 sube á 801 y algunas veces á 816. La cantidad de fierro disminuye de 0.541 á 0.449. Según las cifras de Lloyd Jones la densidad durante el embarazo es de 1049 á 1052.

Durante el parto, al estado de la sangre se viene á aumen-

1 Charles.—Tratado de partos. Tomo I, pág. 135.

tar los efectos de la hemorragia que abate de una manera notable el número de los glóbulos rojos. Lloyd Jones ha visto disminuir la densidad de 1050 que era antes del parto á 1040. Durante el puerperio la cifra aumenta débilmente mientras dura la lactancia y rápidamente después.

Bebidas y alimentación.—La influencia de las bebidas hemos visto que es enteramente pasajera. Las bebidas acuosas producen un abatimiento de la densidad y en esto están conformes la mayor parte de los autores; las que contienen ligeramente alcohol como el vino y la cerveza en lugar de abatimiento una ligera elevación. La abstinencia de líquidos produce una concentración notable de la sangre con aumento de la densidad. En un enfermo de hemorragia cerebral observado por Lyonnet, y que llevaba algunos días de no tomar ningún líquido, la densidad de la sangre era de 1073; se le puso una gran lavativa de agua y tres cuartos de hora después la densidad fué de 1071.

Malazzes[1] ha notado que una exageración en las bebidas trae una diminución de la riqueza globular.

Litchthein dice que la abstinencia de bebidas en un sujeto sano ó enfermo, produce una concentración de 3 por 1000.[1]

Landois cree que cuando se tiene una sensación de sed viva, hay aumento de la densidad por la concentración de la sangre.

La ingestión de substancias sólidas parece aumentar la densidad; pues con excepción de Scholkoff, que dice haber observado lo contrario, la mayor parte de los experimentadores, admiten, que después de una comida ordinaria, cuando se ha ingerido á la vez sólidos y líquidos, hay una diminución ligera, que según algunos puede durar una hora y media á dos horas. En los casos que he podido observar la densidad poco después del alimento, la he encontrado aumentada: el Dr. Ver-

1 Malazzes.—De la resistance des globules rouges.—Paris, 1895, pág. 27.

2 7º Congreso de Medicina interna de Wiesbaden.—Abril de 1888.

gara Lope el día 17 de Febrero á las 11 a. m. tenía 1063,5 y en la tarde del mismo á las 3.20 p. m. una hora después del alimento tenía 1064.

La privación completa de alimentos aunque se permitan las bebidas parece aumentar la densidad. Lloyd Jones examinó la sangre del ayunador Succi, siendo la densidad de 1061 antes de someterse al ayuno, y 39 días después la densidad era de 1063. Entre las lesiones invocadas para explicar la muerte por la inacción aguda, se señala un espesamiento de la sangre.

Para impedir las causas de error que por la alimentación podría producirse en los individuos que he sometido á mi estudio, indico el número de horas distintas del alimento y en la mayor parte he procurado que hubieran transcurrido 2 horas, término de tiempo durante el cual, todos los autores están de acuerdo, no influyen los alimentos y las bebidas.

Ejercicio y reposo.—El ejercicio y el reposo parecen modificar también la densidad de la sangre.

Cuando el ejercicio es moderado la densidad se encuentra disminuída; pero la diferencia es casi despreciable. Al contrario cuando se examina la sangre después de un ejercicio fuerte en el que ha habido abundante sudación, la densidad se encuentra aumentada de una manera notable. En estas mismas condiciones Leitchtenstern ha encontrado aumento en la cantidad de la oxi-hemoglobina y Nack encuentra de la misma manera un aumento en la proporción de 10 × 100. Si este aumento en la proporción de hemoglobina hace suponer el de la densidad, otro factor es el que principalmente interviene: la pérdida de agua por el sudor, produciendo una concentración de la sangre. Fuera del ejercicio, una sudación abundante produce también aumento de la densidad. Lyonnet[1] ha inyectado 0 gramos 03 de pilocarpina á un enfermo de nefritis y ha podido obtener en ocho horas un aumento de 1050, que tenía antes de la inyección, á 1058.

1 Lyonnet.—La densidad de la sangre, pág. 77.

Los baños turco-romanos y los de vapor, según Lloyd Jones, tienen un efecto análogo á la pilocarpina.

El reposo aumenta según la mayor parte de los observadores la densidad normal, así se explica la mayor densidad que se observa en la mañana en ayunas, y la diminución que se observa en el día, principalmente por la ingestión de bebidas.

Climas.—Altitudes.—La inflnencia de las condiciones geográficas de las localidades es muy digna de tomarse en consideración, y es el punto importante en que está fundado el presente trabajo.

El conjunto de las condiciones telúrico-atmosféricas, que constituye el clima de una localidad, imprimen un carácter especial á los organismos, tanto animales como vegetales que están sometidos á su influencia.

La repartición de los seres en la superficie del globo no se opera por el efecto de circunstancias enteramente fortuitas, no se escapa á la investigación analítica del espíritu humano. Cada organismo exige para vivir condiciones especiales de temperatura, de humedad, de luz, de aire, etc., y no se desarrolla, no se propaga, no prospera, sino allí donde se encuentran reunidas todas las condiciones que le son favorables.

A medida que se perfeccionan los organismos, á medida que se asciende de la escala vegetal á la animal y de ésta á los seres más superiores, se van encontrando los medios para la acomodación á las distintas condiciones, si bien es cierto que se modifican los órganos encargados de combatir las influencias perjudiciales.

Estas modificaciones dan una especie de naturalización á los individuos que desde el nacimiento están sujetos á la influencia del medio.

El hombre, el ser más elevado de la escala animal, es cosmopolita porque tiene en su organismo los medios de resistir á un frío intenso y un calor ardiente, porque puede vivir

al nivel del mar y á algunos miles de metros sobre este nivel.

La República Mexicana, por su carácter montañoso, proporciona alturas considerables y por su latitud desde los 23° 30′ hasta los 32°42′ hacia el Norte pertenece á la Zona templada, y por su parte Sur desde 23°30′ á los 14°30′ pertenece á la Zona tórrida por estar comprendidos entre los trópicos.

Los Contrafuertes Oriental y Occidental forman lo que se llama la Mesa Central del Anáhuac. Tres hermosos Valles se encuentran principalmente en la Mesa Central y son por orden creciente de altura el de Puebla, el de México y el de Toluca.

De la Mesa Central, el terreno desciende lentamente hacia las Costas, formando extensas mesetas y llanuras fértiles.

La temperatura, es muy diferente en los distintos lugares, según su latitud y su altura.

Tenemos todos los climas desde el hipertérmico comprendido hasta los mil metros de elevación sobre el nivel del mar: el mesotérmico hasta 2500 metros; el hipotérmico hasta 4000 metros y los lugares situados arriba de este nivel en donde la vegetación desaparece y se encuentran nieves perpetuas.

A medida que se traslada al hombre á los lugares más y más elevados de las capas atmosféricas, encuentra un enrarecimiento de estas capas y en proporción igual disminuye la tensión del oxígeno que respira, con relación á la que tiene al nivel del mar.

Este es el principal fundamento de la teoría de Jourdanet.

A primera vista, habría que hacer una distinción entre los habitantes de los bajos niveles y los víctimas de la anoxihemia barométrica, los primeros teniendo todas las condiciones favorables á su desarrollo y perfeccionamiento físico é intelectual y los segundos incapaces de todo trabajo y perfeccionamiento.

Parece, sin embargo, extraña aun *á priori* esta distinción, pues peca en su principio con las leyes universales de la naturaleza que entre sus impenetrables secretos, ha hecho á la especie humana adaptable á todas las condiciones de medio y perpetuando la adaptación á través de la herencia en los descendientes.

Pero aun examinando la cuestión desde el punto de vista práctico y juzgando con imparcialidad los hechos, encontramos desmentida la teoría de Jourdanet.

Llama en efecto la atención ver el vigor de nuestros montañeses, que ágiles en su carrera atraviesan extensiones muy considerables sin sentir la menor fatiga, los vemos entregarse á los trabajos más rudos casi desprovistos de vestido, y todas sus acciones, todos sus movimientos expeditos y libres no parecen estar en relación más que con la majestad de sus montañas, y la esplendidez de su cielo.

En México (á 2275 metros sobre el nivel del mar) la presión es de 585 en lugar de 767. Si al nivel del mar un litro de oxígeno pesa 299 milígramos, en México sólo será de 230. Queda compensada por el número de respiraciones, cuyo promedio general es de 22 y no de 16 como cree Jourdanet.

El Dr. Vergara Lope en su estudio sobre la anoxihemia[1] da un cuadro comparativo de las modificaciones fisiológicas del ritmo respiratorio en los habitantes de las alturas.

El número de respiraciones es de 22 y en Europa de 18; la circunferencia del tórax es de 886 y no de 850; la longitud del esternon es de 17 en lugar de 16; la excursión torácica es de 7 á 8 centímetros en México y de 4 á 7 en Europa; la cantidad de aire inspirado es de 0 lit. 62 en lugar de 0 lit. 50. El promedio que encontró en los indígenas es superior.

La pretendida anoxihemia barométrica, cae ante las conclusiones de los Sres. Herrera y Vergara Lope,[2] quienes en

1 Estudios practicados en el Instituto Médico.—1893.—Pág. 41.

2 Herrera y Vergara Lope.—La Atmósfera de las altitudes y el bienestar del hombre.—1894.—Conclusión "i" del resumen.

su obra "La Atmósfera de las altitudes" dicen:

"Habiendo considerado los hechos relativos á los vegetales, animales y hombres de las altitudes se impone la conclusión final:

"Vegetales, animales y hombres, deben aclimatarse á las condiciones de las altitudes; en efecto se aclimatan y viven en la plenitud de su vigor y de su actividad; aptos para progresar y perfeccionarse, obedeciendo á un lema erternamente verdadero: *Semper ascendens.*"

Después de esta ligera digresión, que me ha parecido importante por tratarse de un asunto que ha hecho cambiar de opinión al mundo científico, demostrando la inexactitud de las conclusiones de Jourdanet, que partían de premisas falsas, me ocuparé del estudio de la densidad de la sangre en México, y la explicación que más satisface del aumento encontrado, entrando muy ligeramente en algunas consideraciones sobre los elementos capitales que influyen en la variación de la hematología en los habitantes de las alturas.

Todos los fisiologistas que se han dedicado al estudio de la sangre en los habitantes de las altitudes, se han sorprendido (como dejo dicho en mi Introducción), de las diferencias encontradas entre la repartición y relación de sus elementos; diferencias tanto más notables, tanto más importantes cuanto que los análisis se han hecho en alturas más considerables.

Pero si todos los observadores están de acuerdo en el aumento de los elementos figurados, no han llegado á dar una explicación satisfactoria del fenómeno.

Si este aumento es real, no se ha dicho todavía la última palabra de los órganos hemato-poiéticos, ni de las condiciones que determinan una mayor actividad en los medios enrarecidos. Los Sres. Herrera y Vergara Lope son los primeros que han dado una explicación que verdaderamente satisface al espíritu, tanto más, cuanto que los mismos factores se encuentran en los estados en que se ha señalado la hiperglobu-

lita. El Sr. Vergara[1] niega, á falta de datos, que la creación de las hemacias sea activada por el hecho del abatimiento de la presión. Por otra parte, siendo el aumento de estos elementos el hecho verdaderamente constante que se ha señalado, trae consigo la necesidad de explicarlo.

La humedad de la atmósfera disminuye en las capas atmosféricas superiores. En México la cantidad media de humedad atmosférica es de 58 p%;[2] si á esto se agrega la rapidez de la evaporación, resulta que el organismo pierde mayor cantidad de agua.

La pérdida de mayor cantidad de agua por evaporación, trae consigo consecuencias: en la sangre, un espesamiento, una concentración que explica la mayor densidad y también el aumento aparente de los elementos figurados de la sangre. El número de glóbulos es el mismo en la masa total de la sangre pero hay aumento aparente por la pérdida de agua. En una misma cantidad de sangre habrá más elementos mientras la concentración sea mayor, y disminuirán proporcionalmente según el grado de dilusión.

Podemos explicarnos así, por qué en los exámenes de sangre que casi todos se refieren á un peso y á un volumen determinado, la sangre de las alturas, más concentrada, aunque con el mismo número de elementos, da un aumento considerable.

Se puede decir que hay un aumento aparente de los glóbulos rojos, de una manera general, siempre que hay substracción de líquido.[3] Hay una relación inversa entre la cantidad de agua y la cantidad de glóbulos de la sangre.

Para demostrar que es un aumento enteramente ilusorio, basta comparar lo que pasa en las alturas (donde hay mayor deshidratación) por las condiciones especiales de humedad y

1 Vergara Lope.—Original.—Pág. 944, párrafo 1564.—1894.

2 Tomada de las observaciones del Observatorio Meteorológico Central.—1895.

3 Véase Vergara Lope.—Original.—Pág. 953, párrafo 1589.

evaporación, con lo que pasa en otros estados en los que se encuentra la hiperglobulia.

En la inanición, donde hay deshidratación respiratoria, se encuentra un aumento considerable de los glóbulos rojos, pero este aumento no es real, sino ficticio y relacionado con la cantidad de agua que contiene la sangre. Lépine ha encontrado en los niños, que por diversas causas están en estado de inanición 6.000,000 de glóbulos por milímetro cúbico, mientras que admite 5.000,000 en los niños sanos.

En el Cólera, en el que las frecuentes evacuaciones substraen una gran cantidad de agua al organismo, hay aumento ficticio de los elementos figurados de la sangre. [2]

Los purgantes salinos tienen el mismo efecto, por la concentración que producen. [3]

Hemos visto que la hiperglobulia existe en todos los estados de la sangre en que por diversas circunstancias se produce la deshidratación, ¿por qué no admitir que el mismo hecho se produce en las alturas, donde la evaporación es favorecida por la diminución de la presión y de la sequedad atmosférica?

Si se quiere una prueba más completa, consultemos los datos de la experimentación: se ha encontrado siempre una concentración de la sangre, en los animales sometidos á la influencia del aire seco y enrarecido. [4]

Con el objeto de hacer experiencias en nosotros mismos nos sometimos el Sr. Vergara Lope y yo á la influencia del aire enrarecido, en el aparato que con un objeto terapéutico tiene establecido con el Sr. Herrera en el Instituto Médico.

1 L'inanition chez l'homme.—Revue Scientifique, pág. 802.

2 Bizzozero y Tricket.—Manuel de microscopie clinique.—Paris, 1885.

3 Véase Bourdel.—De l'influence des purgations et de l'inanition, sur la proportion de globules roujes contenus dans le sang.—Sec. med. des Hosp. de Paris.—1879.—Vol. XIII.—Pág. 177.

4 Las experiencias relativas á la ifluencia del aire seco y enrarecido en los animales (gallo, cuyo, etc.), se encuentran descritas en la obra de los Sres. Herrera y Vergara Lope, premiada en el Concurso Hodgkins.

Tomamos la densidad de nuestra sangre antes de que se comenzara á hacer el enrarecimiento y obtuvimos en los dos 1062.5. Después de hora y media y cuando nos encontrabamos á una presión de 472 milímetros, que corresponde próximamente á 3800 metros sobre el nivel del mar, la densidad fué de 1067 en ambos.

En un tuberculoso y profundamente anémico, Felipe González, que ocupa la cama núm. 18 de la Sala de Terapéutica del Hospital General de San Andrés y á quien se están aplicando los baños de aire enrarecido, encontramos antes del enrarecimiento en el aparato que la densidad de su sangre era 1039. Después de tres horas la densidad fué de 1042 á la presión correspondiente á 4200 metros de altura sobre el nivel del mar.

Hemos visto al estudiar los otros factores que hacen variar la densidad de la sangre, cuáles son las consecuencias de la concentración de este líquido; no hay, pues, que asombrarse de ver la densidad de la sangre aumentada en México, si tenemos la explicación de este fenómeno, que por lo demás se presentará en todas las alturas, siempre que se encuentren reunidos los factores que antes dejo expresados.

Algunos otros estados se han estudiado que pueden hacer variar la densidad de la sangre, pero no haré más que señalarlos, porque son tan pequeñas las diferencias encontradas que las hacen despreciables, tales son el temperamento individual, las diferentes partes del cuerpo en que se toma la sangre.

CAPITULO III.

¿Cuál es la densidad de la sangre normal en México?

Quiero dar á conocer en primer lugar el resultado de las observaciones hechas en Europa, para comparar los datos encontrados por los experimentadores, con el que se deduce del pequeño número de las que hemos obtenido en México.

Los primeros fisiologistas que se ocuparon de la densidad de la sangre, obtenida por el procedimiento antiguo de la sangría, dan los siguientes resultados.[1]

Becquerel y Rodier en 25 individuos sanos, como término medio 1060.2 en el hombre, y 1057.5 en la mujer.

Quinque admite 1060.8 en el hombre, y 1058 en la mujer.

Schmit, 1059.9 en el hombre y 1053 en la mujer.

Davi da como término medio 1052 á 1060 en los hombres y 1045 á 1056 en las mujeres.

Entre los autores modernos que han empleado procedimientos perfeccionados, se encuentran los datos siguientes:

Roy y Landois dan como término medio normal 1055, variando de 1056 á 1059 en el hombre y de 1051 á 1055 en la mujer.

Lloyd Jones admite 1059 como término medio.

Devoto, 1058 á 1059.

Loukachevitch, 1058.

1 Estos datos han sido tomados de la monografía de Lyonnet.

Peiper en 25 exámenes 1055 en el hombre y 1053.5 en la mujer.

Schmaltz, 1059.5 y 1055.5.

Schlesinger, 1056 á 1061 y 1054 á 1060.

Lyonnet, 1055 á 1061 é inferior en las mujeres. Señala que ha encontrado 1061 de densidad en un estudiante enteramente sano que se encontraba en ayunas.

La cifra que da Lyonnet es la que corresponde al término medio encontrado por los observadores y la que puede tomarse como término medio.

Las observaciones recogidas por el procedimiento indicado anteriormente y algunas de las cuales han sido ya publicadas por el Sr. Dr. Vergara Lope, en cuya compañía he practicado mis investigaciones, me sirven para deducir un promedio general para México de 1063.2 en el hombre. Pueden considerarse como normales las densidades comprendidas entre 1060 y 1067.5, siendo inferior á 1060 en la mujer, según los pocos datos que tenemos.

CAPITULO IV.

Exposición de las observaciones.

Del estudio comparativo de los datos que constan en el cuadro que presento al final de este trabajo, hemos podido deducir (y esta deducción está de acuerdo con la opinión de los autores europeos), la proporcionalidad que existe entre la densidad, la cantidad de oxi-hemoglobina y la cifra de glóbulos rojos por milímetro cúbico, según puede verse en el cuadro comparativo siguiente:

Tabla comparativa de las densidades en relación con la cantidad de hemoglobina y el número de glóbulos rojos, tomada de las observaciones del cuadro estadístico.

Núm. de la observación.	Núm. de glóbulos rojos por m. c.	Cantidad de hemoglobina.	Densidad.
3	5.387,500	14.00 p%	1063
11	4.087,500	,,	1063.5
14	5.125,000	,,	1061
16	2.892,637	,,	1059.5
29	4.800,000	,,	1059.5
32	5.137,500	,,	1059
36	5.075,000	,,	1056
37	5.225,000	,,	1059
38	5.120,000	,,	1058.5
9 observaciones que dan el promedio siguiente:			
	4.761,181	14.00 p%	1059.8
	4.025,000	18.20 p%	1059
1 Sola observación.			

Núm. de la observación.	Núm. de glóbulos rojos por m. c.	Cantidad de hemoglobina.	Densidad.
2	5.337,500	14.30 p%	1062.5
6	5.012,000	,,	1066
23	6.437,500	,,	1059.5
46	5.725,000	,,	1062.5
48	6 327,500	,,	1063
			1062.7
5 Observaciones que dan el promedio siguiente:			
	5.766,700	14.30 p%	1062.7
28	5.412.512	14.40 p%	1063
31	5.887,000	,,	1063
34	6.437,000	,,	1060.5
3 Observaciones que dan el promedio siguiente:			
	5.911,004	14.40 p%	1062.1
1	6.776,000	14.50 p%	1067.5
4	6.425,000	,,	1064
5	6.275,000	,,	1064
7	6.337,500	,,	1062.5
13	5.662,000	,,	1063
18	6.275,000	,,	1062
19	5.812,500	,,	1063.5
22	5.537,500	,,	1062.5
24	6.150,000	,,	1064.5
26	6.075,000	,,	1060
27	5.975,000	,,	1059
30	6.212,500	,,	1065
32	5.925,000	,,	1060
34	6 275,000	,,	1062
39	3.975,000	,,	1059
42	4.725,000	,,	1063.5
43	6.720,000	,,	1065
44	6.125,000	,,	1067
47	7.250,000	,,	1067.5
49	6.875,000	,,	1064
20 Observaciones que dan el promedio siguiente:			
	6.074,150	14.50 p%	1063.2

Núm. de la observación.	Núm. de glóbulos rojos por m. c.	Cantidad de hemoglobina.	Densidad.
8	6.487,500	14.75 p%	1067
12	6.400,000	,,	1064
25	7.512,000	,,	1066.5
45	6.560,000	,,	1067.2
50	5.928,000	,,	1066

5 Observaciones que dan el promedio siguiente:

	6.577,660	14.75 p%	1066.1

10	7.493,000	14.80 p%	1066

1 Sola observación.

9	7.500,000	15.00 p%	1068
15	6.587,000	,,	1066.5

2 Observaciones que dan el promedio siguiente:

	7.043,500	15.00 p%	1067.2

47	7.250,000	15.50 p%	1067.5

1 Sola observación.

En resumen, haciendo la comparación de los promedios obtenidos resulta:

Núm. de observaciones.	Núm. de glóbulos rojos por m. c.	Cantidad de hemoglobina.	Densidad.
1	5.632,000	13.80 p%	1061.5
9	4.761,181	14.00 ,,	1059.8
1	4.025,000	14.20 ,,	1059
5	5.766,700	14.30 ,,	1062.7
3	5.911,004	14.40 ,,	1062.1
20	6.074,150	14.50 ,,	1063.2
5	6.577,660	14.75 ,,	1066.1
1	7.493,000	14.80 ,,	1066
2	7.043,500	15.00 ,,	1067.2
1	7.250,000	15.50 ,,	1067.5

Eliminando de este cuadro las que no han podido observarse más que una sola vez tenemos:

Núm. de observaciones.	Núm. de glóbulos rojos por m. c.	Cantidad de hemoglobina.	Densidad.
9	4.761,181	14 p%	1057.8
5	5.766,700	14.30 ,,	1062.7
3	5.991,004	14.40 ,,	1062.1 (?)
20	6.074,150	14.50 ,,	1063.2
5	6.577,660	14.75 ,,	1066.1
2	7.043,500	15.00 ,,	1067.2

Promedio general:

50	6.007,842	14.42 p%	1063.2

De esta notable relación podemos deducir la importancia que al clínico presenta, la investigación de la densidad de la sangre en sus enfermos; pues exceptuando algunos casos, puede servirle para juzgar de la riqueza de la sangre, objeto de estudio, á la vez que para establecer el diagnóstico, el pronóstico y las indicaciones terapéuticas.

La determinación de la densidad de la sangre en diversos estados patológicos, debe pues, de ser digno objeto de atención de los médicos experimentadores.

Ojalá que el presente trabajo sirva para que los Fisiologistas y Clínicos de esta Capital, fijen su atención en el asunto tan importante de que se trata, contribuyendo de esta manera al adelanto de la Ciencia Médica en nuestro país.

CAPITULO V.

Conclusiones generales.

Primera.—Importancia para el práctico y fisiologista, por la relación íntima que tiene este dato con la hemoglobina y el número de glóbulos rojos, agentes principales de la hematosis y de la nutrición general.

Segunda.—Hay una relación directa entre la densidad, la cantidad de oxi-hemoglobina y de glóbulos rojos, que pueden determinarse de antemano.

Tercera.—Aumentando el número de hemacias, como una consecuencia de la vida en los climas de altitud, bien sea porque la hematopoiesis está exagerada ó por pérdida de agua, hay también aumento de la densidad de la sangre, en los habitantes de estos climas.

Cuarta.—Debe fijarse para cada país de altitud la densidad media normal de sus habitantes, y sus variaciones fisiológicas y patológicas.

Quinta.—La densidad media normal en el hombre adulto de México (50 observaciones), es de 1063.2.

FIN.

OBSERVACIONES.

LA DENSIDAD NORMAL DE LA SANGRE EN MEXICO.

NUMERO DE ORDEN.	NOMBRES.	EDAD.	PATRIA.	OFICIO O PROFESION.	Hora de observación.	Horas después del alimento.	Número de respiraciones por minuto.	Número de pulsaciones por minuto.	Temperatura en la axila.	Número de glóbulos rojos por milímetro cúbico.	Glóbulos blancos en su relación con los rojos.	Cantidad de oxihemoglobina por ciento.	Densidad de la sangre.	ESTADO DE SALUD.	OBSERVACIONES.
1	Ernesto Sánchez de Tagle.........	23 años.	México, Distrito Federal........	Estudiante	10.00 a. m.	3.00	23	70	36.9°	6.776,000	1 × 500	14 50	1067.5	Sano.........	
2	Francisco Ochoa.........	49 ,,	Yautepec, Morelos.........	Carpintero	10.30 ,,	4.00	27	76	37.1	5.337,500	1 × 213	14 30	1062.5	,, ...	
3	Manuel Marín.........	49 ,,	Puebla.........	Doméstico	11.30 ,,	4.00	20	73	36.8	5.387,500	1 × 327	14.00	1063.0	,, ...	
4	Jesús Galindo y Villa.........	28 ,,	México, Distrito Federal.........	Empleado.........	10.00 ,,	3.00	22	80	......	6.425,000	1 × 340	14.50	1064.0	,, ...	
5	Amado Martínez	25 ,,	Ameca, México.........	Empleado.........	10.00 ,,	3.00	22	72	36.6	6.275,000	1 × 347	14.50	1064.0	,, ...	
6	Mariano Lozano y Castro.........	35 ,,	México, Distrito Federal.........	Químico	10.30 ,,	3.00	23	92	......	5 012,500	1 × 489	14.30	1066 0	,, ...	
7	Trinidad Vera.........	41 ,,	....	Empleado.........	10.00 ,,	3.00	21	76	36.6	6.377,500	1 × 507	14.50	1062 5	,, ...	
8	Leopoldo Carrasco.........	25 ,,	....	Estudiante	11.30 ,,	4.00	26	77	37.0	6.487,500	....	14.75	1067 0	,, ...	
9	Francisco Martínez.........	38 ,,	Zempoala, Hidalgo.........	Pescador.........	10.00 ,,	4 00	19	72	......	7.500,000	1 × 100	15.00	1068.0	,, ...	Respiraciones muy profundas.
10	Lucio Flores.........	26 ,,	Celaya, Guanajuato.........	Estudiante	4.00 p. m.	2.00	26	82	36.5	7.493,000	1 × 89	14.80	1066.0	,, ...	
11	Ascencio Pineda.........	46 ,,	Zumpango, Hidalgo.........	Empleado.........	5 00 ,,	6.00	21	72	36.9	4.087,500	1 × 420	14.00	1063.5	,, ...	Mucosas pálidas.
12	Daniel Vergara Lope.........	30 ,,	Pachuca, Hidalgo.........	Médico	3.00 ,,	1.20	24	84	37.3	6.400,000	1 × 400	14.75	1064 0	,, ...	
13	Juan Casselis.........	22 ,,	San Juan Cuautlantzingo, Puebla.....	Doméstico.........	4.30 ,,	4.30	18	85	36.5	5.662,000	1 × 452	14.50	1063.0	,, ...	
14	José Sánchez.........	25 ,,	México, Distrito Federal.........	Jornalero	4.00 ,,	4.30	22	70	**38.0?**	5.125,000	1 × 410	14.00	1061.0	,, ...	
15	Ricardo E. Cicero.........	26 ,,	México, Distrito Federal	Médico	10.30 a. m.	3 00	22	64	36.8	6.587,000	1 × 340	15.00	1066.5	,, ...	
16	Carlos A. González.........	30 ,,	México, Distrito Federal.........	Comerciante.........	4.00 p. m.	2.00	20	92	37.2	2.892,637 *	1 × 153	14.00	1059.5	Anemia....	*Costumbres alcoholicas.
17	Mariano Salas.........	60 ,,	México, Distrito Federal.........	Jardinero	4.00 ,,	3.00	25	88	37.6	....	....	14.00	1058.0	,, ...	Alcohólico?
18	José Angel.........	35 ,,	San Antonio Teutitlán, México.........	Jardinero	....	......	22	86	37.0	6.275,000	1 × 243	14.50	1062.0	Sano.........	
19	Francisco Río de la Loza.........	....	México, Distrito Federal.........	Químico	4.00 p. m.	5.00	29	80	37.3	5.812,500	1 × 320	14.50	1063.5	,, ...	
20	Dionisio González.........	....	Huichapan, Hidalgo	Jardinero	5.00 ,,	5.00	24	96	37.1	5.632,000	1 × 314	13.80	1061.5	,, ...	
21	Cesáreo Diaz	35 años.	....	Jardinero	4.00 ,,	3.00	17	88	37.0	4.025,000 *	1 × 161	14.20	1059.0	Anemia....	*Alcohólico.
22	Julio Martínez	13 ,,	Santa Cruz Mayahualco.........	Jardinero	4.30 ,,	4 00	24	76	**38.1?**	5.537,500	1 × 443	14.50	1062 5	Sano.........	Temperatura después de ejercicio.
23	Crescencio Martínez.........	18 ,,	Santa Cruz Mayahualco.........	Jardinero	4.30 ,,	5.00	18	90	**38.3?**	6.437,500	1 × 349	14.30	1059.5	,, ...	Temperatura después de trabajar al sol.
24	Joaquín Cosío.........	29 ,,	San José Iturbide, Guanajuato.........	Médico	10.00 a. m.	3.00	22	86	36.9	6.150,000	1 × 246	14.50	1064 5	,, ...	
25	Francisco Sánchez de Tagle.........	20 ,,	México, Distrito Federal.........	Estudiante	4.00 p. m.	3.00	24	86	37.3	7.512,300	1 × 585	14.75	1066.5	,, ...	
26	Antonio Cervantes.........	20 ,,	México, Distrito Federal.........	Jornalero	5.00 ,,	4.00	29	80	37.8	6.075,000	1 × 486	14.50	1060.0	,, ...	
27	Gilberto Hernández.........	15 ,,	Puebla.........	Estudiante	5.50 ,,	5.00	24	83	37.2	5 975,000	1 × 318	14.50	1059.0	,, ...	
28	Antonio Virey.........	18 ,,	Ozumbilla, Hidalgo.........	Jornalero	12.00 a. m.	5.00	21	88	37.2	5.412,512	1 × 289	14.40	1063.0	,, ...	
29	Alfonso Herrera (h.).........	27 ,,	México, Distrito Federal.........	Químico	5.00 p. m.	5.00	22	80	......	4.800,000 *	1 × 213	14.00	1059.5	Dispepsia..	*
30	Adolfo Tenorio.........	39 ,,	México, Distrito Federal.........	Pintor paisajista..	5.00 ,,	4.00	23	80	37.0	6.212,500	1 × 423	14.50	1065 0	Sano.........	
31	Miguel Moreno.........	40 ,,	Ozumbilla, Hidalgo......	Empleado.........	4.00 ,,	5.00	19	76	37.2	5.887,000	1 × 499	14.40	1063 0	,, ...	
32	José Cauz y Cervantes.........	16 ,,	Veracruz.........	Estudiante	3.00 ,,	2.00	28	88	36.5	5.137,500	1 × 210	14 00	1059.0	,, ...	Síntomas de anemia.
33	José María Horta.........	30 ,,	San Agustín Texmelucan.........	Albañil.........	4.30 ,,	4.30	24	89	37 0	5.925,000	1 × 494	14.50	1060.0	,, ...	
34	Rafael Salgado.........	23 ,,	México, Distrito Federal.........	Estudiante	3.30 ,,	3.00	27	74	37.6	6.437,500	1 × 515	14.40	1060 5	,, ...	
35	Miguel Cervantes.........	20 ,,	México, Distrito Federal.........	Jornalero	4.00 ,,	4.00	27	82	37.2	6 275,000	1 × 483	14.50	1062.0	,, ...	
36	Manuel Colín.........	28 ,,	Tepexpan.........	Doméstico.........	4.00 ,,	3.00	24	88	38.0	5.075.000 *	1 × 406	14 00	1056 0	,, ...	*Mucosas pálidas.
37	Pedro Vera.........	8 ,,	México, Distrito Federal.........	No tiene.........	3.55 ,,	2.00	32	88	37.3	5.225,000	1 × 200	14.00	1059.0	,, ...	
38	Joaquín Flores.........	30 ,,	Tlaxcala.........	Jardinero	5.00 ,,	5.00	24	78	36.5	5.120,000	1 × 430	14.00	1058 5	,, ?.........	
39	Gilberto Hernández.........	14 ,,	Huauchinango, Puebla.........	Jornalero	5.20 ,,	4.00	24	83	38 0	3.975,000 *	1 × 318	14.50	1059 0	Anemia....	*
40	Carlos Vera.........	12 ,,	México, Distrito Federal.........	No tiene.........	5.30 ,,	5 00	29	92	38.3	....	....	14 50	1060 0	Sano.........	
41	Pablo Guerard.........	12 ,,	Paris, Francia.........	No tiene.........	5.30 ,,	5.00	28	87	36.5	....	....	14 50	1062.0	,, ...	
42	Juan Nava.........	77 ,,	Mixcoac, Distrito Federal.........	Jardinero	3.30 ,,	2.00	19	88	36.7	4 725,000	1 × 378	14.50	1063.5	,, ...	
43	Modesto González.........	28 ,,	Toluca, México.........	Doméstico.........	4.00 ,,	3.00	22	84	37.1	6.720,000	1 × 250	14.50	1065.0	,, ...	
44	Julian Alvarez.........	22 ,,	Puebla.........	Jornalero	3.00 ,,	2.00	24	92	36.9	6.125,000	1 × 378	14.50	1067.0	,, ...	
45	José María Ortiz.........	34 ,,	Pueblo Nuevo, Guanajuato.........	Albañil.........	3.00 ,,	2.00	22	88	37.2	6,560,000	1 × 275	14.75	1067.2	,, ...	
46	Margarito Sepúlveda.........	45 ,,	Villa de Guadalupe, Distrito Federal.	Arriero.........	4.00 ,,	4.00	28	90	36.5	5.725,500	1 × 412	14.30	1062.5	,, ...	
47	Teófilo Hernández.........	40 ,,	México, Distrito Federal.........	Doméstico.........	3.00 ,,	2.00	24	82	37.1	7.250,000	1 × 342	15.50	1067 5	,, ...	
48	Adolfo García.........	25 ,,	México, Distrito Federal.........	Relojero.........	4 00 ,,	3.00	22	76	36.7	6.320,500	1 × 213	14 30	1063.0	,, ...	
49	Manuel Pérez.........	32 ,,	Jalapa, Veracruz	Doméstico.........	4.00 ,,	3.00	24	88	37.2	6.875,000	1 × 345	14.50	1064 0	,, ...	
50	Miguel Castro.........	28 ,,	México, Distrito Federal.........	Jornalero	4.00 ,,	3.30	22	90	37.0	5.928.500	1 × 412	14.75	1066.0	,, ...	

